

(19)日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-136476

(43)公開日 平成5年(1993)6月1日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 41/09 41/24		9274-4M 9274-4M	H 0 1 L 41/ 08 41/ 22	C A

審査請求 未請求 請求項の数1(全 4 頁)

(21)出願番号	特願平3-326719	(71)出願人	000000206 宇部興産株式会社 山口県宇部市西本町1丁目12番32号
(22)出願日	平成3年(1991)11月15日	(72)発明者	大門 正機 町田市つくし野1-5-3
		(72)発明者	鶴見 敬章 神奈川県大和市柳橋3-12-11 11-104
		(72)発明者	古田 圭一 山口県宇部市大字小串1978番地の5 宇部興産株式会社無機材料研究所内
		(74)代理人	弁理士 山本 忠

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 圧電アクチュエータ

## (57)【要約】

【目的】 接着工程を必要とせず、大きな変位量と発生力を兼ね備えた圧電アクチュエータを提供する。

【構成】 波板状弾性体基板と、該基板の湾曲部に水熱合成によって形成された圧電結晶膜と、該圧電結晶膜表面上に配置された電極とからなる圧電アクチュエータである。圧電結晶膜の形成は、次のようにして行う。Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>水溶液、ZrOCl<sub>2</sub>水溶液およびKOH水溶液の混合溶液中に、弾性体基板を投入して水熱による表面処理を行い結晶核を生成させ、その後純水中で洗浄し乾燥させる。次に結晶を成長させるため、Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>水溶液、ZrOCl<sub>2</sub>水溶液、TiCl<sub>4</sub>水溶液およびKOH水溶液中に前記結晶核を有する基板を投入して水熱による処理を行う。これにより弾性体基板上に圧電結晶膜が形成される。ぜんまい状弾性体基板を用いた圧電アクチュエータも同様に提供される。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 波板状又はぜんまい状金属弾性体基板と、該波板状又は該ぜんまい状金属弾性体基板の湾曲部に水熱合成によって形成された圧電結晶膜と、該圧電結晶膜表面上に配置された電極とからなることを特徴とする圧電アクチュエータ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は電圧の印加によって伸び縮みする圧電アクチュエータに関するものである。

## 【0002】

【従来技術】圧電アクチュエータとして、比較的大きな変位量が得られるものとして圧電バイモルフが知られている。この製造方法は、まず固相法によって圧電セラミックスの平板を作製しその板の両面に銀やニッケルの電極を形成した後、分極処理し金属弾性体に接着剤を用いて接着し製造する方法が一般的である。あるいは、ポリフッ化ビニリデン等の高分子圧電材料を用いた圧電アクチュエータも試作されている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前者の方法では、湾曲したセラミックスを作製することが難しく、バイモルフの形状は平板に限られそのため変位量を大きくできなかった。また、接着工程を含むため、その工程で破損を防止し歩留りをあげるには圧電セラミックスの薄板化には限界がある。そのため変位量を大きくできず駆動電圧の低電圧化も困難であった。さらに、接着剤を使用しているので自ずから耐熱性にも限界があり、接着層に対する信頼性に欠ける場合があった。一方、後者の圧電高分子を用いる方法では、形状の自由度は圧電セラミックスに比べ大きく変位量は比較的大きい反面、発生力が小さく耐熱性に劣るという欠点がある。

【0004】また、前記のいずれの方法でもセラミックスの作製は、固相反応によるため通常900℃以上の高温で焼成する必要があった。形状も限られ、大面積の薄い板を焼成することは非常に難しかった。特に膜厚がサブミクロンあるいは50μm以上ぐらいであれば、スッパ法あるいはドクターブレード法を用いれば作製できるが、1〜数10μmの厚みの膜を作製する適当な方法は従来なかった。

【0005】本発明は、これらの問題点を解決するためになされたものであり、接着工程を必要とせず、大きな変位量と発生力を兼ね備えた圧電アクチュエータを提供することにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、波板状弾性体基板と、該波板状弾性体基板の湾曲部に水熱合成によって形成された圧電結晶膜と、該圧電結晶膜表面上に配置された電極とからなることを特徴とする圧電アクチュエータを提供する。すなわち、波板状弾性体基板の湾曲部

に水熱合成によって圧電結晶膜を形成する。その際、隣合う湾曲部の圧電結晶膜はあらかじめ分離されるように波板の直線部分には結晶が析出しないようにフッ素樹脂などでコートする。そして、圧電結晶膜の形成後、湾曲部の外側と内側の圧電結晶膜を印加したときに一方は伸び他方は縮むように分極処理および結線をする。また、ぜんまい状金属弾性体基板と、該ぜんまい状金属弾性体基板に水熱合成によって形成された圧電結晶膜と、該圧電結晶膜表面上に配置された電極とからなることを特徴とする圧電アクチュエータをも提供する。以下に本発明の構成を詳述する。

【0007】本発明で用いる弾性体基板は、表面を酸化処理した金属板又は金属コーティングした樹脂が用いられる。弾性体基板は、波板状またはぜんまい状である。金属板としてはチタン基板、ステンレス、Fe-Ni合金等が用いられる。また樹脂としてはポリイミドフィルムやポリフェニレンサルファイド等の耐熱性の樹脂が好ましい。コーティング用金属としてはPtおよびTi等が用いられる。

20 【0008】前記弾性体の湾曲部に水熱合成によって圧電結晶膜を形成する。圧電結晶膜の形成は、次のようにして行う。Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>水溶液0.5mol/l〜1.2mol/l、ZrOCl<sub>2</sub>水溶液0.5mol/l〜2.0mol/lおよびKOH水溶液2.5mol/l〜5.0mol/lの混合溶液中に、前記弾性体基板を投入して140〜160℃、4〜25時間水熱による表面処理を行い結晶核を生成させる。その後純水中で洗浄し乾燥させる。例えば、純水中で数分間の超音波洗浄を数回行った後、0.5mol/l〜2mol/l酢酸水溶液中で超音波洗浄数分間を数回行う。さらに、純水中で数分間の超音波洗浄を数回行った後、100〜120℃で数時間乾燥させる。

30 【0009】次に結晶を成長させるため、Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>水溶液0.5mol/l〜1.2mol/l、ZrOCl<sub>2</sub>水溶液0.5mol/l〜2.0mol/l、TiCl<sub>4</sub>水溶液0.5mol/l〜5.0mol/lおよびKOH水溶液2.5mol/l〜5.0mol/l中に前記結晶核を有する基板を投入して100〜130℃、24〜96時間投入し水熱による処理を行う。これにより弾性体基板上に圧電結晶膜が形成される。水熱処理での加熱方法は油浴や電気炉などによる。また洗浄方法は、例えば純水中で超音波洗浄3分間×2回、1mol/l酢酸水溶液中で超音波洗浄3分間×2回およびさらに純水中で超音波洗浄3分間×2回を行う。乾燥は100〜120℃で12時間行う。

40 【0010】こうして形成された圧電結晶膜の組成は主としてPb(Zr<sub>x</sub>Ti<sub>(1-x)</sub>)O<sub>3</sub> (0≤x≤1)からなる。圧電結晶膜はX線回折等により確認される。

50 【0011】本発明で用いる電極は特に限定されないが、コストや量産性を考慮し最適なものを選定する。例

えば、スパッタリング法によるNi、無電解メッキ法によるNi、焼付けタイプのAgなどがある。その他、蒸着によるAl、スパッタリング法によるPtあるいはAuなども用いることができる。しかし、基板に樹脂を用いる場合には、高温に加熱できないので焼付けタイプのAg電極は使用できない。

【0012】例えば、無電解Niメッキを圧電結晶膜表面上に形成するのは次のようにして行う。まず、メッキをする前に、導電性の膜が形成されてはならない部分、すなわち素子の側面にメッキレジストを塗布する。メッキレジストを塗布したものを20〜30℃のピンクシューマに1〜2分間浸漬する。その後、純水中に10秒程度浸し水洗する。それを20〜30℃のレッドシューマに2〜3分間浸漬する。純水中で10秒程度水洗後、70〜90℃のブルーシューマS-680に1〜5分間浸漬してNiメッキ膜を形成する。純水中で、1分間の超音波洗浄を数回行う。そして、トルエンなどの有機溶剤でメッキレジストを溶解除去する。その後、100〜250℃で2〜12時間加熱処理する。ここで、ピンクシューマ、レッドシューマおよびブルーシューマは商品名であり、所定の濃度に希釈して用いる。Ag電極の場合は市販の銀ペーストをスクリーン印刷で塗布し600〜800℃程度大気中で焼き付ける。

#### 【0013】

【実施例】次に、本発明の実施例の詳細な説明をする。

(実施例1) Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>水溶液6.82mmol、ZrOCl<sub>2</sub>水溶液2.73mmolおよびKOH水溶液50mmolの混合溶液中に空気中700℃で1時間加熱処理し表面に酸化膜を形成させ、湾曲部以外の場所にはフッ素樹脂をコートした波板状のチタン基板を投入し、150℃で24時間の水熱処理を行い基板上にPb(ZrTi)O<sub>3</sub>の結晶核を生成させた。その後、純水中で2分間の超音波洗浄を3回行った後、1mol/lの酢酸水溶液中で3分間の超音波洗浄を2回行った。さらに、純水中で1分間の超音波洗浄を3回行った。その後、100℃で6時間乾燥した。次に、結晶成長のためPb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>水溶液6.82mmol、ZrOCl<sub>2</sub>水溶液2.73mmol、TiCl<sub>4</sub>水溶液2.52mmolおよびKOH水溶液50mmolの混合溶液中に投入し、120℃、48時間の水熱条件でPb(ZrTi)O<sub>3</sub>の薄膜を合成した。その後、純水中で3分間の超音波洗浄を2回行った後、1mol/lの酢酸水溶液中で3分間の超音波洗浄を2回行った。さらに、純水中で3分間の超音波洗浄を2回行った。その後、100℃で12時間乾燥した。そして、結晶薄膜上にRFスパッタリング法で約0.5μmの厚みのNi電極を形成した。

【0014】次に、金属板を共通電極としてプラスの電圧を印加し、Pb(ZrTi)O<sub>3</sub>薄膜のニッケル電極側にマイマスの電圧を印加し分極処理を施した。このア

クチュエータの駆動については、伸ばしたいときには、金属板の外側のPb(ZrTi)O<sub>3</sub>膜のニッケル電極にマイマスの電圧を、また、金属板の内側のPb(ZrTi)O<sub>3</sub>膜のニッケル電極にプラスの電圧を印加すれば良い。一方、収縮させるときにはその逆の電圧を印加すれば良い。あるいは、当然のことながら、金属板の内側のPb(ZrTi)O<sub>3</sub>膜のニッケル電極にプラスを、金属板にマイマスの電圧を印加して分極処理し、金属板の外側のPb(ZrTi)O<sub>3</sub>膜は、金属板にプラスを、Pb(ZrTi)O<sub>3</sub>膜のニッケル電極にマイナスの電圧を印加して分極処理し、駆動時には、金属板を共通電極としPb(ZrTi)O<sub>3</sub>膜に電圧を印加しても良い。

【0015】(実施例2) Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>水溶液6.82mmol、ZrOCl<sub>2</sub>水溶液2.73mmolおよびKOH水溶液50mmolの混合溶液中に空気中700℃で1時間加熱処理し表面に酸化膜を形成させたぜんまい状のチタン基板を投入し、150℃で24時間の水熱処理を行い基板上にPb(ZrTi)O<sub>3</sub>の結晶核を生成させた。その後、純水中で2分間の超音波洗浄を3回行った後、1mol/lの酢酸水溶液中で3分間の超音波洗浄を2回行った。さらに、純水中で1分間の超音波洗浄を3回行った。その後、100℃で6時間乾燥した。次に、結晶成長のためPb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>水溶液6.82mmol、ZrOCl<sub>2</sub>水溶液2.73mmol、TiCl<sub>4</sub>水溶液2.52mmolおよびKOH水溶液50mmolの混合溶液中に投入し、120℃、48時間の水熱条件でPb(ZrTi)O<sub>3</sub>の薄膜を合成した。その後、純水中で3分間の超音波洗浄を2回行った後、1mol/lの酢酸水溶液中で3分間の超音波洗浄を2回行った。さらに、純水中で3分間の超音波洗浄を2回行った。その後、100℃で12時間乾燥した。そして、結晶薄膜上にRFスパッタリング法で約0.5μmの厚みのNi電極を形成した。次に、実施例1と同様に分極処理した。

【0016】また、Pb(ZrTi)O<sub>3</sub>膜に形成する電極はニッケルに限らず、アルミや銀などでも良い。

#### 【0017】

【発明の効果】従来の平板状のバイモルフではベンディングの変位しか得られず変位量も小さかったが、本発明によれば、小さな電圧でも変位量が大きく、発生力も比較的大きく、しかも耐熱性に優れた直線的または回転的な動きをする圧電アクチュエータが得られる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】波板状金属弾性体基板を用いた本発明の圧電アクチュエータの概略図である。

【図2】図1の圧電アクチュエータに電圧を印加して伸ばした時の概略図である。

【図3】ぜんまい状金属弾性体基板を用いた本発明の圧電アクチュエータの概略図である。

## 【符号の説明】

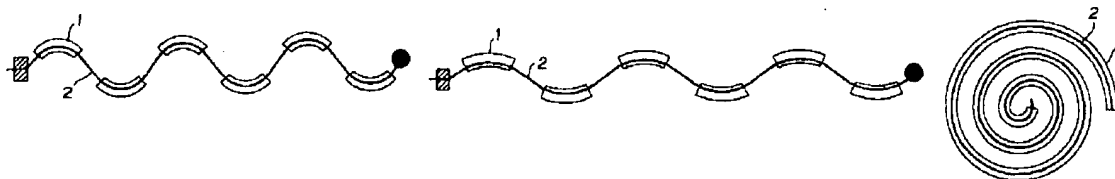
1 圧電結晶膜

2 金属弾性体基板

【図1】

【図2】

【図3】




---

 フロントページの続き

(72)発明者 歳谷 一雄

山口県宇部市大字小串1978番地の5 宇部

興産株式会社無機材料研究所内